

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ В ПРОБЛЕМАТИЦІ БЕЗПЕКИ СКЛАДНИХ ПРИРОДНО-ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

### APPLICATION OF ENVIRONMENTAL DIAGNOSTICS METHODOLOGY IN SAFETY OF COMPLEX NATURAL AND TECHNICAL SYSTEMS

Системи теплопостачання населених пунктів України сьогодні є прикладом неефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у державі. Видима економія коштів місцевих бюджетів в умовах децентралізації державного управління за рахунок заміни основного палива – природного газу – для потреб систем теплопостачання населених пунктів альтернативними породжує низку проблем. Збільшення забруднення навколишнього природного середовища є однією з них. У статті проаналізовано законодавче забезпечення, вимоги чинних в Україні нормативно-правових актів щодо екологічної безпеки виробництва теплоти. Для водогрійної котельні розглянуто заміну природного газу альтернативними паливами. Обраховано прогнозовані викиди забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря. Виконано порівняльний аналіз фізико-хімічних властивостей палив, впливу продуктів їх спалювання на довкілля. Досліджено вплив змін податкового законодавства щодо плати за викиди в атмосферне повітря забруднювальних речовин і парникових газів на пріоритетність застосування різних палив для задоволення потреб теплопостачання населених пунктів.

**Ключові слова:** система теплопостачання, водогрійний котел, енергоефективність, природний газ, альтернативні палива, фізико-хімічні властивості палив, забруднювальні речовини, парникові гази, викиди в атмосферу, податкові зобов'язання за викиди в атмосферу.

Системы теплоснабжения населенных пунктов Украины сегодня являются при-

мером неэффективного использования топливно-энергетических ресурсов в государстве. Видимая экономия средств местных бюджетов в условиях децентрализации государственного управления за счет замены основного топлива – природного газа – для нужд систем теплоснабжения населенных пунктов альтернативными порождает ряд проблем. Увеличение загрязнения окружающей природной среды является одной из них. В статье проанализированы законодательное обеспечение, требования действующих в Украине нормативно-правовых актов по экологической безопасности производства теплоты. Для водогрейной котельной рассмотрена замена природного газа альтернативными топливами. Рассчитаны прогнозируемые выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух. Выполнен сравнительный анализ физико-химических свойств топлив, влияния продуктов их сжигания на окружающую среду. Исследовано влияние изменений налогового законодательства касательно платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ и парниковых газов на приоритетность использования различных топлив для удовлетворения нужд теплоснабжения населенных пунктов.

**Ключевые слова:** система теплоснабжения, водогрейный котел, энергоэффективность, природный газ, альтернативные топлива, физико-химические свойства топлив, загрязняющие вещества, парниковые газы, выбросы в атмосферу, налоговые обязательства за выбросы в атмосферу.

УДК 338.465.4:338.49:620.92

<https://doi.org/10.32843/infrastuct42-43>

**Предун К.М.**

к.т.н., доцент, професор кафедри теплогазопостачання і вентиляції Київський національний університет будівництва і архітектури

**Predun Kostiantyn**

Kyiv National University of Construction and Architecture

*District heating systems in Ukraine today are an example of inefficient use of fuel and energy resources in the country. Substitution of the main fuel – natural gas – for the needs of heat sources with alternative ones gives visible savings of local budgets in the conditions of decentralization of public administration (due to the difference of prices of natural gas and other organic fuels). At the same time, these measures alone raise a number of other problems. Increasing environmental pollution is one of them. The article analyzes the legislative support, requirements of current regulations in Ukraine on environmental safety of heat production. According to them, the replacement of natural gas with alternative fuels was considered for the boiler. Estimated emissions of pollutants and greenhouse gases into the atmosphere are calculated. Emission indices were obtained based on data on the physicochemical composition and consumption of each of the fuels, taking into account the characteristics of combustion processes and measures to reduce the emissions of a particular ingredient. A comparative analysis of the physicochemical properties of fuels and the impact of their combustion products on the environment has been made. The expediency of using various fuels for the needs of district heating is substantiated. The effect of changes in tax legislation on the payment of pollutants and greenhouse gases in the atmosphere into the priority of the use of different fuels has been investigated. For example, in rural areas, by converting agricultural waste and wood processing as secondary raw materials into quality biofuels, it is advisable to introduce alternative natural gas replacement. In urban areas, due to the implementation of measures to improve the heat-shielding properties of the outer shell of apartment buildings and public buildings, it is possible to reduce the consumption of traditional natural gas, and the savings can be directed to further thermo-modernization. This will allow the most environmentally friendly natural gas to be left as the main organic fuel for district heating needs.*

**Key words:** heat supply system, boiler, energy efficiency, natural gas, alternative fuels, physicochemical properties of fuels, pollutants, greenhouse gases, atmospheric emissions, taxes on emissions into the atmosphere.

**Постановка проблеми.** Житлово-комунальне господарство України є сьогодні одним зі значних споживачів паливно-енергетичних ресурсів. Для систем теплопостачання, де домінують морально застарілі технології, технічно зношене обладнання та устаткування, пріоритетним паливом продовжує залишатися природний газ. З підписанням Угоди про асоціацію з ЄС [1] в Україні роз-

почалось реальне реформування цього сектору економіки держави: від прийняття нормативно-законодавчих актів до впровадження технічних рішень, які сприятимуть зменшенню використання традиційних видів палива й забрудненню довкілля.

За рішеннями Паризької кліматичної угоди країни-підписанти, зокрема Україна, мають забезпечити недопущення підвищення глобальної

середньої температури довкілля більш ніж на 2 °C (за можливості – не більше ніж на 1,5 °C) [2] відносно показників доіндустріальної епохи. Моделювання ситуації показало, що якщо органічні палива видобуватимуть з тією ж швидкістю протягом наступних 28 років, як це було протягом 1988–2017 років, то глобальні середні температури повітря зростуть на 4 °C до кінця століття.

Друга мета Угоди полягає у зменшенні викидів парникових газів в атмосферу до нульового рівня впродовж другої половини XXI століття. Україна за 1988–2015 роки увійшла в топ-100 країн і компаній за величиною викидів парникових газів і посідає 40 місце з 0,49% від загального обсягу викидів в атмосферне повітря [3].

Енергоефективність – це дієвий спосіб вирішення проблем за рахунок зменшення первинного споживання енергії та, відповідно, скорочення викидів забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря. У європейських країнах вжиття заходів згідно з вимогами Директиви Європарламенту 2012/27/EU (збільшення частки альтернативних джерел енергії, використання вторинних енергоресурсів, відмовлення від використання вугілля тощо) [4] дає відчутний результат щодо пом'якшення наслідків зміни клімату.

Таким чином, зменшення споживання традиційних органічних видів палива під час експлуатації будівель і споруд різного призначення та скорочення викидів забруднювальних речовин і парникових газів з продуктами спалювання в атмосферне повітря є актуальною проблемою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженню проблем скорочення споживання енергетичних ресурсів, використання альтернативних джерел енергії та палив, зниження шкідливих впливів на навколишнє середовище під час забезпечення комфортного середовища проживання людини тощо присвячено наукові праці таких учених, як В.П. Абдул, І.О. Башмаков, О.В. Бондар-Підгурська, Б.М. Данилишин, В.С. Загорський, М.З. Згуровський, І.А. Мамлігін, О.О. Трофименко, Д.О. Чернишев, В. Зобек, П. Евейяр.

Теплову енергію для централізованих систем населених пунктів генерують теплоелектроцентралі (ТЕЦ), опалювальні та промислово-опалювальні котельні. У місцевих системах теплопостачання її забезпечують, як правило, квартирні та будинкові генератори, а останнім часом також джерела теплових альтернативних енергоресурсів. Нині у країні працюють близько 250 ТЕЦ, з яких більше 200 є дрібними відомчими промисловими установками. Основним паливом для ТЕЦ є природний газ (до 80%). Також у тепловому господарстві держави перебуває понад 100 тис. котельень різного призначення. Їх більшість складають котельні невеликої потужності, що як паливо використовують природний газ (не менше 50%)

і вугілля (до 40%) [5]. Питомі витрати палива під час генерації теплоти в середньому для котельень становлять 165 кг ум. п./Гкал.

Частка потужностей у тепловій генерації, що відповідає екологічним вимогам ЄС, не перевищує декількох відсотків [6]. Аналогічна картина складається щодо частки альтернативних видів палива у місцевих паливно-енергетичних балансах. Проте щодо екологічних наслідків домінування природного газу як основного палива для джерел теплопостачання є найбільш сприятливим для довкілля.

Під час реалізації поставлених завдань Законами України, іншими нормативно-правовими актами [6; 7; 8; 9; 10; 11] до 2035 року планується досягти європейського рівня щодо екобезпеки виробництва теплоти (поточний рівень викидів забруднювальних речовин в Україні, наприклад, під час використання вугілля є більшим за нормативи ЄС до 80 раз). Водночас частка місцевих альтернативних палив сягне 20%.

**Постановка завдання.** Метою статті є дослідження ефективності заходів із заміни природного газу альтернативним паливом для потреб теплопостачання населених пунктів України, а також оцінювання впливу на навколишнє природне середовище викидів забруднювальних речовин разом з продуктами спалювання.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В Законі України «Про енергоефективність будівель» [7] встановлено пріоритетність заходів із забезпечення належних умов проживання та/або життєдіяльності людей протягом нормативного строку експлуатації будівлі за нормативно допустимого рівня витрат енергії [12]. Першочерговими завданнями є зменшення споживання енергії за рахунок термомодернізації зовнішньої оболонки будівлі, автоматизації процесів регулювання відпуску теплоти, облік спожитих енергоресурсів тощо. Використання альтернативних палив слід розглядати лише після вжиття вищезазначених заходів.

Аналіз рішень з практичного вжиття заходів, особливо в умовах децентралізації державного управління, засвідчує майже цілковите недотримання цієї послідовності. Серед основних заходів, вжиття яких відбувається і які, на перший погляд, приносять економію коштів, слід відзначити:

1) заміну традиційного палива – природного газу – альтернативним, як правило, місцевим, зокрема торфом, брикетами деревини, відходами сільськогосподарського виробництва;

2) використання електроенергії, більшість якої генерується атомними електростанціями (до 2020 року в Україні вичерпають проєктні терміни експлуатації – 30 років – 12 з 15 працюючих енергоблоків [5]; з усіх держав, які розвивають атомну енергетику, лише США має перевищення кількості енергоблоків, робота яких продовжена, над кількістю зупинених [13]).

Під час спалювання органічних палив в атмосферне повітря разом з продуктами згоряння надходять:

1) забруднювальні речовин (оксиди азоту  $NO_x$  і вуглецю  $CO$ , сірчистий ангідрид  $SO_2$  і тверді частки у вигляді золи, сажі тощо);

2) парникові гази (діоксид вуглецю  $CO_2$ , метан  $CH_4$ , діазоту оксид  $N_2O$ ).

Податкові зобов'язання за викиди забруднювальних речовин та парникових газів в атмосферне повітря розраховують згідно з вимогами ст. 243 ПКУ-2020 [14] на підставі ставок податку, які зазначені в табл. 1.

Аналіз даних, наведених у табл. 1, показав, що за останній рік лише для вуглекислого газу відбулося значне – майже у 14 разів – зростання ставок податку. Для всіх інших інгредієнтів значення залишилися незмінними. Порівнюючи показники 2018 року з аналогічними показниками для 2019 року, відзначаємо, що найсильніше збільшилась плата за викиди знову ж таки для вуглекислого газу, а саме з 0,33 грн./т до 10 грн./т, тобто майже у 30 разів. Для всіх інших інгредієнтів за цей час зростання відбулося практично на величину інфляції.

Зазначені в табл. 1 показники матимуть більшу цінність, якщо виконати варіантне проєктування будь-якого джерела тепlopостачання з можливістю використання альтернативних органічних палив.

Як приклад розглянуто реконструкцію водогрійної котельні сумарною тепловою потужністю 340 кВт, яка розташована в сільській місцевості та задовольняє потреби громадських будівель і споруд в опаленні та гарячому водопостачанні. Тривалість роботи котлів за максимального навантаження протягом опалювального періоду не перевищує 2140 годин. Під час визначення витрат палива значення коефіцієнтів корисної дії

прийнято в межах 0,8...0,82 згідно з паспортною характеристикою твердопаливних котлів, 0,9 для газових котлів. Одночасна робота твердопаливних котлів та газових котлів не передбачена.

Прогнозовані викиди забруднювальних речовин і парникових газів обраховано згідно з методикою [16]. Вона базується на використанні показників емісії на основі даних про склад і витрату палива. Показник емісії характеризує масову кількість забруднювальної речовини, яка викидається в атмосферу разом з димовими газами, віднесена до одиниці енергії, що виділяється під час згоряння палива.

Заходи щодо очистки викидів продуктів спалювання в атмосферне повітря у роботі не розглядаються. Результати розрахунку наведені в табл. 3.

У табл. 4 виконано порівняльний аналіз палив щодо їх впливу на довкілля (у частках до природного газу).

Найбільш екологічно небезпечним паливом серед інших є вугілля. Це викликано значним вмістом сірки та високою зольністю палива. Для невеликої потужності водогрійних котлів влаштовувати пилогазоочисні установки практично недоцільно. Особливо це стосується очистки викидів під час згоряння палив від сполук сірки. Природний газ характеризується найменшим рівнем забруднення атмосферного повітря.

Відходи сільськогосподарського виробництва (солома, лушпиння соняхів) посідають проміжне місце між вугіллям та природним газом. За незначної вартості вони можуть стати основним альтернативним паливом для потреб тепlopостачання як індивідуальних житлових будинків, так і комунально-побутових та громадських об'єктів у сільській місцевості.

Основним інгредієнтом, який спричиняє «теплове» забруднення атмосфери, є вуглекислий

Таблиця 1

**Ставки податку на викиди забруднювальних речовин і парникових газів**

Ставка податку, грн./т	$NO_x$	$CO$	$CO_2$	$N_2O$	$CH_4$	$SO_2$	сажа
ПКУ-2019	2 451,84	92,37	10,00	4 016,11	138,57	2 451,84	92,37
ПКУ-2020	2 451,84	92,37	138,57	4 016,11	138,57	2 451,84	92,37

Джерело: [15]

Таблиця 2

**Фізико-хімічні властивості палив**

Паливо	$A_r$ , %	$W_r$ , %	Елементний склад (масовий вміст на горючу масу), %					Теплота спалювання, МДж/кг (МДж/м <sup>3</sup> )
			$C^{daf}$	$H^{daf}$	$S^{daf}$	$O^{daf}$	$N^{daf}$	
Вугілля марки ГР	23	10	79,5	5,2	3,7	10,3	1,3	20,47
Деревина	0,7	30,0	35,4	4,2	0	29,3	0,4	12,31
Солома	4,5	10,0	42,7	5,3	0,1	36,9	0,5	15,70
Лушпиння соняхів	2,4	15,0	42,5	4,9	0,16	34,6	0,44	19,13
Торф	14,9	30,0	30,7	3,5	0,2	19,2	1,5	11,97
Газ природний								(33,01)

Примітки:  $A_r$  – зольність палива у робочому стані;  $W_r$  – те ж, вологість

Джерело: [15]

**Результати розрахунків викидів забруднювальних речовин і парникових газів  
в атмосферне повітря протягом опалювального періоду**

Показник	Умовне позначення	Одиниця виміру	Паливо					
			деревина	солома	лушпиння	торф	Газ	вугілля ГР
1. Витрата палива	В	т	265	208	171	274	64	160
<i>А. Викиди забруднювальних речовин (ЗР)</i>								
2. Оксиди азоту	E <sub>NOx</sub>	т	0,1631	0,1633	0,1636	0,164	0,0887	0,4028
3. Оксиди сірки	E <sub>SOx</sub>	т	0	0,3951	0,5201	1,0889	0	9,1967
4. Оксид вуглецю	E <sub>CO</sub>	т	0,3947	0,3951	0,3958	0,3969	0,0359	0,3963
5. Тверді частки	E <sub>сажі</sub>	т	0,2838	1,4271	0,6248	6,2086	0	13,962
6. Разом ЗР	ΣE <sub>1</sub>	т	0,8416	2,3806	1,7043	7,8584	0,1246	23,958
<i>Б. Викиди парникових газів (ПГ)</i>								
7. Діоксид вуглецю	E <sub>CO<sub>2</sub></sub>	т	343,6	325,2	266,0	305,9	123,78	413,6
8. Метан	E <sub>CH<sub>4</sub></sub>	т	0,0033	0,0033	0,0033	0,0033	0,0021	0,0033
9. Оксид діазоту	E <sub>N<sub>2</sub>O</sub>	т	0,0046	0,0046	0,0046	0,0046	0,0002	0,0046
10. Разом ПГ	ΣE <sub>2</sub>	т	343,61	325,21	266,01	305,91	123,78	413,61
11. Всього ЗР+ПГ:	ΣE	т	344,45	327,59	267,71	313,77	123,91	437,57
<i>В. Економічні показники</i>								
12. Податкові зобов'язання	ΣПЗ-19	грн.	3 918	4 808	4 450	6 760	1 460	29 018
	ΣПЗ-20	грн.	48 095	46 619	38 650	46 090	17 374	82 195
12.1. Викиди ЗР	ПЗ1	грн.	463	1 537	1 771	3 682	221	24 863
12.2. Викиди ПГ	ПЗ2-19	грн.	3 455	3 271	2 679	3 078	1 239	4 155
	ПЗ2-20	грн.	47 631	45 082	36 879	42 408	17 153	57 332

Примітка: податкові зобов'язання за викиди обраховані згідно з вимогами ПКУ-19 (ΣПЗ-19, ПЗ2-19) і ПКУ-20 (ΣПЗ-20, ПЗ2-20)

Таблиця 4

**Порівняльний аналіз використання альтернативних палив  
для потреб теплопостачання (у частках до природного газу)**

Показник	Паливо					
	деревина	солома	лушпиння	торф	газ	вугілля ГР
<i>А. Викиди забруднювальних речовин (ЗР)</i>						
1. Оксиди азоту	1,839	1,841	1,844	1,849	1,0	4,541
2. Оксиди сірки*	–	1,0	1,316	2,756	–	23,277
3. Оксид вуглецю	10,994	11,006	11,025	11,056	1,0	11,039
4. Тверді частки**	1,0	5,055	2,213	21,993	–	49,458
5. Разом ЗР	6,754	19,106	13,678	63,069	1,0	192,28
<i>Б. Викиди парникових газів (ПГ)</i>						
6. Діоксид вуглецю	2,776	2,627	2,149	2,471	1,0	3,341
7. Метан	1,571	1,571	1,571	1,571	1,0	1,571
8. Оксид діазоту	23,0	23,0	23,0	23,0	1,0	23,0
9. Разом ПГ	2,776	2,627	2,149	2,471	1,0	3,341
10. Всього ЗР+ПГ	2,780	2,664	2,161	2,532	1,0	3,660
<i>В. Економічні показники</i>						
11. Податкові зобов'язання: ПКУ-19	2,684	3,293	3,048	4,630	1,0	19,875
11.1. Викиди ЗР	2,095	6,955	8,014	16,661	1,0	112,50
11.2. Викиди ПГ	2,789	2,640	2,162	2,484	1,0	3,354
12. Податкові зобов'язання: ПКУ-20	2,768	2,683	2,225	2,653	1,0	4,731
12.1. Викиди ЗР	2,095	6,955	8,014	16,661	1,0	112,50
12.2. Викиди ПГ	2,777	2,628	2,150	2,472	1,0	3,342

\* під час порівняння викидів в атмосферне повітря сірчастого ангідриду за основу взято викиди під час використання соломи (для природного газу і деревини з твердих порід цей інгредієнт відсутній);

\*\* для викидів твердих часток як еталонне паливо прийнято деревину, оскільки під час використання природного газу в навколишнє середовище цей інгредієнт не надходить

газ. Збільшення податкових зобов'язань за його викиди змінило загальну картину пріоритетності альтернативних палив порівняно з природним газом, якщо як критерій порівняння викорис-

товувати екологічний вплив на довкілля. Так, у 2020 році деревина посідає лише п'яте місце порівняно з другим у 2019 році. Вугілля зменшує відставання більш ніж у 4 рази, проте залишається



найбільш небезпечним. Паливо з лушпиння соняхів переміщується з третього на друге місце. Останній факт набуває значної ваги, оскільки Україна є найбільшим виробником соняшникової олії у світі. Відповідно, утилізація відходів виробництва набуває першочергового значення. Водночас збільшення плати за викиди діоксиду вуглецю підвищує відповідальність за збереження зелених насаджень у державі.

Відновлювальна енергетика (сонячні та вітрові електростанції), яка дає змогу вирішити проблему «теплого» забруднення атмосфери за рахунок життя організаційних заходів, у Європі стала конкурентною для традиційних джерел. В Україні вона поки що залишається одним із факторів, що несуть загрозу, зрештою, національній безпеці держави. Обов'язкові виплати власникам альтернативних джерел енергії у 2019 році становили майже 20 млрд. грн., що, наприклад, є співрозмірною величиною з державним субсидюванням оплати за надані комунальні послуги неплатоспроможним громадянам.

**Висновки з проведеного дослідження.** Першочергові заходи із заміни традиційного палива в теплоенергетиці – природного газу – місцевими альтернативними дають лише економію коштів (за рахунок різниці цін природного газу та альтернативних палив), а не сприяють підвищенню енергоефективності та енергозбереженню в житлово-комунальному господарстві. Водночас не вирішується пріоритетна проблема, якою є зниження викидів забруднювальних речовин і парникових газів в атмосферне повітря.

У сільській місцевості, перетворивши відходи сільськогосподарського виробництва та оброблення деревини як вторинну сировину в якісне біопаливо, доцільно виконати заміну традиційного природного газу альтернативним паливом.

Впровадженню нових технологій в енергетичне виробництво з мінімальним впливом на навколишнє середовище сприятимуть ефективні схеми торгівлі викидами, «зелені» сертифікати та спеціальні тарифи, що слід опрацювати в спеціальних програмах та заходах з реалізації Енергетичної стратегії.

Особливу увагу необхідно приділити формуванню громадської думки про економію енергоресурсів та підтримку екологічно прийнятного розвитку енергетики країни, яка має стимулювати органи законодавчої та виконавчої влади до прийняття та реалізації відповідних рішень.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони : Закон України від 16 вересня 2014 року № 1678-VII / Верховна Рада

України. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011) (дата звернення: 28.01.2020).

2. Паризька кліматична угода: що відбувається та які результати? URL: [https://24tv.ua/blog\\_media\\_tag5427](https://24tv.ua/blog_media_tag5427) (дата звернення: 28.01.2020).

3. Украина попала в топ-100 стран по выбросу парниковых газов: названо место. URL: <https://economy.apostrophe.ua/news/finansy-i-banki/2018-10-09/ukraina-popala-v-top-100-stran-po-vyibrosu-parnikovyyih-gazov-nazvano-mesto-/142923> (дата звернення: 28.01.2020).

4. Директива Європейського парламенту та Ради 2012/27/EU «Про енергоефективність». URL: [http://saee.gov.ua/sites/default/files/UKR\\_Directive\\_272012\\_2](http://saee.gov.ua/sites/default/files/UKR_Directive_272012_2) (дата звернення: 28.01.2020).

5. Енергетична стратегія України на період до 2030 року : схвал. Розпорядженням КМУ від 15 березня 2006 року № 145-р. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/145-2006-p> (дата звернення: 28.01.2020).

6. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» : схвал. Розпорядженням КМУ від 18 серпня 2017 року № 605-р. URL: [http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art\\_id=245234085](http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085) (дата звернення: 28.01.2020).

7. Про енергетичну ефективність будівель : Закон України № 2118-VII / Верховна Рада України. *Відомості Верховної Ради України*. 2017. № 3. С. 5. Ст. 359.

8. Про тепlopостачання : Закон України № 2417-VIII / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15> (дата звернення: 03.03.2020).

9. Про альтернативні види палива : Закон України № 1713-VIII / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14> (дата звернення: 03.03.2020).

10. Про альтернативні джерела енергії : Закон України № 2019-VIII / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15> (дата звернення: 03.03.2020).

11. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України № 2354-VIII / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення: 03.03.2020).

12. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель (чинний з 1 травня 2017 року). Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 30 с.

13. Хмара Д.О. Проблеми продовження терміну експлуатації ядерних реакторів на українських АЕС. *Нова тема*. 2010. № 2. С. 20–23.

14. Податковий кодекс України : Закон України № 2755-VI / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2628-19> (дата звернення: 03.03.2020).

15. Парасочка С.В., Хрящевський В.С. Екологічні аспекти використання твердого біопалива для потреб тепlopостачання. URL: <http://tecom.com.ua/ekolo-gichni-aspekti-vikoristannya-tverdogo-biopaliiva-dlya-potreb-teplopostchann-ya-2.html> (дата звернення: 03.03.2020).

16. ГКД 34.02.305-2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. Київ : КВІЦ, 2002.

## REFERENCES:

1. The Verkhovna Rada of Ukraine (2015), The Law of Ukraine "Association Agreement between Ukraine, of the one part, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, of the other part", available at: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984\\_011](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011) (accessed 28 January 2020).
2. The Paris Climate Agreement: what is happening and what are the results? (2018), available at: [https://24tv.ua/blog\\_media\\_tag5427](https://24tv.ua/blog_media_tag5427) (accessed 28 January 2020).
3. Ukraine is in the top-100 countries on greenhouse gas emissions: the place is named (2018), available at: <https://economy.apostrophe.ua/news/finansy-i-banki/2018-10-09/ukraina-popala-v-top-100-stran-po-vyibrosu-parnikovyih-gazov-nazvano-mesto-/142923> (accessed 28 January 2020).
4. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council on energy efficiency, available at: [http://saee.gov.ua/sites/default/files/UKR\\_Directive\\_272012\\_2](http://saee.gov.ua/sites/default/files/UKR_Directive_272012_2) (accessed 28 January 2020).
5. Cabinet of Ministers of Ukraine (2006), Ukraine's energy strategy for the period until 2030, available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/145-2006-p> (accessed 28 Jan 2020).
6. Cabinet of Ministers of Ukraine (2017), Ukraine's energy strategy for the period up to 2035 "Security, energy efficiency, competitiveness", available at: [https://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art\\_id=245234085](https://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085) (accessed 28 January 2020).
7. The Verkhovna Rada of Ukraine (2017), The Law of Ukraine "On the energy performance of buildings", *Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrainy*, vol. 3, p. 5.
8. The Verkhovna Rada of Ukraine (2018), The Law of Ukraine "On heat supply", available at: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2633-15> (accessed 03 March 2020).
9. The Verkhovna Rada of Ukraine (2016), The Law of Ukraine "About alternative fuels", available at: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14> (accessed 03 March 2020).
10. The Verkhovna Rada of Ukraine (2017), The Law of Ukraine "On Alternative Energy Sources", available at: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15> (accessed 03 March 2020).
11. The Verkhovna Rada of Ukraine (2018), The Law of Ukraine "On the protection of the environment", available at: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (accessed 03 March 2020).
12. Ministry of Regional Development, Construction and Housing and Communal Services of Ukraine (2017), DBN V.2.6-31:2016, "Teplova izolyatsiya budivel" [Thermal insulation of buildings], Minrehion, Kyiv, Ukraine.
13. Cloud D.O. (2010), "Problems of prolonging the life of nuclear reactors at Ukrainian APPs", *Nova tema*, vol. 2, pp. 20–23.
14. The Verkhovna Rada of Ukraine (2019), Tax Code of Ukraine, available at: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2628-19> (accessed 03 March 2020).
15. Parasochka S.V. and Khryashevsky V.S. (2015), "Environmental aspects of the use of solid bio-fuels for heat supply", available at: <http://tecom.com.ua/ekolo-gichni-aspekti-vikoristannya-tverdogo-biopaliva-dlya-potreb-teplopostchannya-2.html> (accessed 03 March 2020).
16. MPC 34.02.305-2002 (2002), "Emissions of pollutants into the atmosphere from power plants. Method of determination", KVIC Publishing House, Kyiv, Ukraine.